

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 7-318858

(43) 公開日 平成 7 年 (1995) 12 月 8 日

(51) Int. Cl. 6

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G02B 27/22

G03B 35/00

H04N 13/04

Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平 6-106801

(22) 出願日 平成 6 年 (1994) 5 月 20 日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町 22 番 22 号

(72) 発明者 野村 敏男

大阪府大阪市阿倍野区長池町 22 番 22 号

シャープ株式会社内

(72) 発明者 片桐 真行

大阪府大阪市阿倍野区長池町 22 番 22 号

シャープ株式会社内

(72) 発明者 賀好 宣捷

大阪府大阪市阿倍野区長池町 22 番 22 号

シャープ株式会社内

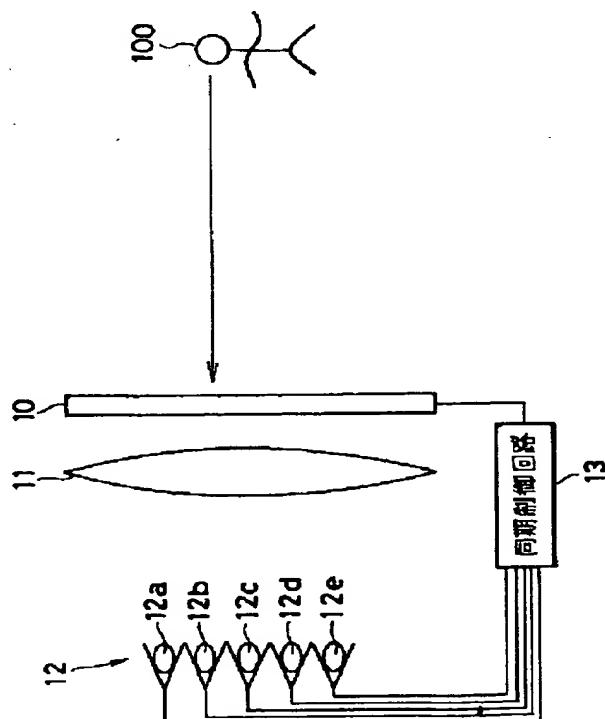
(74) 代理人 弁理士 川口 義雄 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 3 次元情報再生装置

(57) 【要約】

【目的】 ぼけやクロストークのない、明るく高解像度の立体像を再生できる 3 次元情報再生装置を提供する。

【構成】 離散的フーリエ変換像が表示される液晶パネル 10 と、液晶パネル 10 の後方に配置され、平行光を出射する光源アレイ 12 と、液晶パネル 10 に表示される離散的フーリエ変換像及び光源アレイ 12 から出射される平行光の角度を時分割で切り換える同期制御装置 13 とが配設されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】離散的フーリエ変換像を表示する画像表示手段と、画像表示手段の後方に配置され、平行光を出射する照明手段と、前記画像表示手段に表示される離散的フーリエ変換像及び前記照明手段から出射される平行光の角度を時分割で切り換える同期制御手段とを具備する3次元情報再生装置。

【請求項2】前記照明手段が、光を出射する複数の光源からなる光源アレイと、前記光源アレイから出射される光を平行光にする一つのレンズとにより構成される請求項1に記載の3次元情報再生装置。

【請求項3】前記照明手段が、光を出射する一つの光源と、光源を光軸に対して直角方向に移動する光源移動手段と、前記光源から出射された光を平行光にする一つのレンズとにより構成される請求項1に記載の3次元情報再生装置。

【請求項4】前記照明手段が、光を出射する複数の光源からなる光源アレイと、光源アレイを光軸に対して直角方向に移動する光源アレイ移動手段と、前記光源アレイのそれぞれから出射された光を平行光にする複数のレンズからなるレンズアレイとにより構成される請求項1に記載の3次元情報再生装置。

【請求項5】前記画像表示手段と前記照明手段ととをそれぞれ複数個備える請求項1に記載の3次元情報再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、立体情報を入力して、特殊な眼鏡を必要とせずに立体画像が再生できる3次元情報再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、3次元空間を行き交う光線の状態、例えば進行方向を入力し、光線の進行方向を再現するインテグラルフォトグラフィ方式の3次元情報再生装置が知られている。インテグラルフォトグラフィ方式の3次元情報再生装置は、ピンホールアレイと写真技術とが組み合わされて、立体写真として応用されている。

【0003】写真技術における感光フィルムの代わりに液晶パネル等の動画を表示可能な画像表示装置を用いた3次元情報再生装置が知られている。この3次元情報再生装置は、図20に示すように、画像を表示する液晶パネル1と、液晶パネル1の表面側に配置されたピンホールアレイパネル2と、液晶パネル1の裏面側に配置された光を拡散する拡散板3と、拡散板3に光を照射する光源4とから構成されている。ピンホールアレイパネル2には、図21に示すように、ピンホール5が縦横方向にピッチpの間隔で多数穿設されている。液晶パネル1には、ピンホールアレイパネル2のそれぞれのピンホール5に対応して複数の画素6が空間的に規定されて2次元的に配列されている。液晶パネル1及びピンホールアレ

イパネル2には同期制御回路8が接続されている。

【0004】次に、図20に示した従来の3次元情報再生装置における立体像再生の原理を図22を用いて説明する。図22において、ピンホールアレイパネル2上のそれぞれのピンホール5a, 5b, 5c…に対して液晶パネル1上の4×4の16の画素6が割り当てられている。液晶パネル1上のある画素6から放射状に放射された光の一部は、その画素6に対応するピンホール5の空間的な位置で決定される方向に進む。画素6とピンホール5の位置の組み合わせにより、種々の方向の光が再生されることにより、複数のピンホール5から出射される光線群によって観察空間に空間像が形成される。図22の例では、物体Sから発する複数方向の光が再生されている。

【0005】本来、物体Sからは全方向に光が散乱しているが、ピンホール5は物体Sから全方向に散乱している光を空間的にサンプリングするという役目を担っている。従って、ピンホール5の数は多いほうが光線の再現性が高くなる。ピンホール5を多数並べて配置することにより連続した被写体が再生できることはいうまでもない。

【0006】観察者100がピンホール5から出射される光線を目で感知すれば、物体Sの3次元情報が認識され、物体Sは立体として認識される。このような、光線状態を再現する方式の3次元情報再生装置では、特殊なメガネが不要であり、いわゆるレンチキュラ方式のように観察位置が極端に限定されることなく、複数の人が同時に再生画像を観察することが可能である。視点を移動すると、視点の移動に応じて観察される像も変化するという利点がある。再生画像が立体として認識される要因は、両眼視差のみならず、目の焦点調節機能をも含んでいるので、観察時の疲労感が少なく、より自然な立体像観察ができる。

【0007】上述したように、この方式の3次元情報再生装置では、ピンホールの数は多いほうが望ましい。これを実現するために、図21におけるピンホールアレイパネル2を液晶パネルのような光シャッタによって構成する例が特開平5-191838号公報に開示されている。プラスチック材料等によりピンホールアレイパネルを構成した場合にはピンホールの位置は固定となるが、液晶パネルのような光シャッタによってピンホールアレイパネルを構成した場合にはピンホールの位置は自由に変えることが可能である。従って、ピンホールの位置とそれに対応する表示画像を同期させて高速に変化させることにより立体像の時分割表示が行われ、実質的な解像度を向上させることが可能である。

【0008】液晶パネルのような光シャッタによってピンホールアレイパネルを構成した例の特徴は、ピンホールアレイの位置を時間的に変化させることにあるが、ここでは1周期にピンホールの位置が、水平2ポジション

×垂直2ポジションの4通りに変化する場合を図23に基づいて説明する。図中の点線は、ピンホールの位置を比較し易いように書いたもので、特別な意味を持つものではない。ピンホール5が、図23(a)に示すように、点線で作られた格子の左上に位置しているものとすると、次の時刻には、図23(b)に示すように、ピンホール5は点線で作られた格子の右上に来るよう位置が変更される。この時、図23(c)に示すピンホール5の位置は、図23(a)におけるピンホール5の配列の水平方向の中央の位置に位置する。次の時刻には、図23(c)に示すように、ピンホール5は点線で作られた格子の左下に来るよう位置が変更される。この時、図23(c)に示すピンホール5の位置は、図23(a)におけるピンホール5の配列の垂直方向の中央の位置に位置する。次の時刻には、図23(d)に示すように、ピンホール5は点線で作られた格子の右下に来るよう位置が変更される。このように、図23(a)～(d)の状態が繰り返され、それぞれのピンホール位置に対応するように、液晶表示パネルに表示する画像を同期して切り換えることにより、立体像の時分割表示が行われる。

【0009】次に、このときの光線再生の様子を図24を用いて説明する。

【0010】液晶パネル1の表示画素に水平方向に1から14の番号をつける。図24(a)に示すように、ピンホールAは表示画素の4から7に対応しており、ピンホールBは表示画素の8から11に対応している。ピンホール位置が図24(b)に示すように、変化したとすると、ピンホール位置の変化に応じて光線再生の様子も変化し、ピンホールAは表示画素の2から5に対応し、ピンホールBは表示画素の6から9に対応する。

【0011】次に、図20に示される3次元情報再生装置に表示される3次元情報の入力方法を図25を用いて説明する。

【0012】撮影は表示する一画面分の画像を一度に撮影するのではなく、小部分の画像を順番に撮影していくという方法をとる。図23に示したように、1周期にピンホールの位置を水平方向2ポジション×垂直方向2ポジションの4通りに変化させる場合には、ピンホールアレイパネル2のピンホールピッチpの1/2の間隔で、ビデオカメラレンズ7が上下左右に平行移動されて各ピンホール5に対応する位置で撮影される。すなわち、ビデオカメラレンズ7の中心が上記直線群の交点と一致する位置で撮影することにより、ピンホール5の数の4倍だけ画像が撮影される。

【0013】図22では、ピンホールアレイパネル2上の一つのピンホール5に対して、液晶パネル1上の4×4の16の画素6が割り当てられているので、図25に示した方法を用いてそれぞれのピンホール位置にカメラを置いて得られる画像については、図26に示すよう

に、その中心部分の4×4で16の画素分のみが必要となる。なお、破線で示す円は前記レンズ7で撮影される画像の範囲を示す。

【0014】撮影して抽出された16の画素分に、図26に示すように、1から16までの番号を付けるとすると、これを液晶パネル1に表示する際には、図27に示すように、画素を並べ変える必要がある。これは、図26に示した画素のままで表示すると、奥行き方向において奥側と手前側とが逆転した像が再生されてしまうためであり、この並べ替えにより正しい像を再現することができる。この並べ替え処理はビデオカメラの撮影位置、すなわちピンホールに対応する位置毎に行わなければならない。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】上述した3次元情報再生装置は、以上のように構成されているので、ピンホールが、液晶パネル1から射出された光の一部だけを透過し、残りのほんどの光を遮断するため、光の利用効率が非常に低く、再生される画像は暗いものとなる。ピンホールアレイパネルを使用した場合、再生される画像の暗さが顕著であり、室内照明光の下では再生画像の観察は困難である。

【0016】表示画素及びピンホールが有限の大きさを持つため、ピンホールからの射出光が広がり、再生像がぼける。ピンホールは理想的には無限小の大きさの穴であるが、ピンホールを液晶パネル等の光シャッタによって構成する場合、ピンホール5の大きさは液晶パネルの画素サイズ以下にはできない。そのため、図28に示すように、ピンホール5から出射した光は、ピンホール5からの距離に比例して広がることにより、再生像がぼけてしまう。

【0017】ピンホールが有限の大きさを持つため、再生光のクロストークが生ずる。図28に示したように、ピンホール5から出射した光は、ピンホールからの距離に比例して広がっていき、その結果図中に斜線で示した部分は画素1からの出射光と画素2からの出射光が混じることになり、記録された光線を正確に再現できない。

【0018】本発明は、上記のような課題を解消するためになされたもので、ぼけやクロストークが起こらず、明るい高解像度の立体像を再生できる3次元情報再生装置を提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、前述の目的は、離散的フーリエ変換像を表示する画像表示手段と、画像表示手段の後方に配置され、平行光を出射する照明手段と、前記画像表示手段に表示される離散的フーリエ変換像及び前記照明手段から出射される平行光の角度を時分割で切り換える同期制御手段とを具備する請求項1の3次元情報再生装置によって達成される。

【0020】本発明によれば、前述の目的は、前記照明

手段が、光を出射する複数の光源からなる光源アレイと、前記光源アレイから出射された光を平行光にする一つのレンズにより構成される請求項2の3次元情報再生装置によって達成される。

【0021】本発明によれば、前述の目的は、前記照明手段が、光を出射する一つの光源と、光源を光軸に対して直角方向に移動する光源移動手段と、前記光源から出射された光を平行光にする一つのレンズにより構成される請求項3の3次元情報再生装置によって達成される。

【0022】本発明によれば、前述の目的は、前記照明手段が、光を出射する複数の光源からなる光源アレイと、光源アレイを光軸に対して直角方向に移動する光源アレイ移動手段と、前記光源アレイのそれぞれから出射された光を平行光にする複数のレンズからなるレンズアレイにより構成される請求項4の3次元情報再生装置によって達成される。

【0023】本発明によれば、前述の目的は、前記画像表示手段と前記照明手段とをそれぞれ複数個備える請求項5の3次元情報再生装置によって達成される。

【0024】

【作用】請求項1の3次元情報再生装置においては、画像表示手段により離散的フーリエ変換像が表示され、照明手段により平行光が出射され、同期制御手段により前記画像表示手段に表示される離散的フーリエ変換像及び前記照明手段から出射される平行光の角度が時分割で切り換えられる。これにより、ピンホール等の遮蔽物を必要としないため、光が有効に利用でき、明るい立体像を再生することができる。また、照明光として平行光を用いるため、液晶パネルを透過した光が広がることがなく、再生像がばけずに鮮明となると共に、隣り合う表示画素から出射された光が交じり合うことがなく、クロストークのない立体像を再生することができる。

【0025】請求項2の3次元情報再生装置においては、点灯する光源を時分割で選択することにより、照明光線の出射角度を変化させる際に機械的な移動を伴わないため、高速な応答が可能である。

【0026】請求項3の3次元情報再生装置によれば、再生する光線の方向を光軸からの光線のずれ量によって制御することにより、再生できる光線の方向は光源の移動量によって決定されるので、一つの仮想スリットに対応する液晶パネル上の画素数を容易に変更することができ、光源の移動量の範囲内で無段階に変化させることができる。

【0027】請求項4の3次元情報再生装置によれば、照明空間を対応する光源とレンズとの組み合わせによって分割することにより、再生できる光線の方向は光源の移動量によって決定されるので、一つの仮想スリットに対応する液晶パネル上の画素数を容易に変更することができ、光源の移動量の範囲内で無段階に変化させることができる。更に、光源の移動量を小さくできると共に、

それぞれのシリンドリカルレンズを小さくできるため、収差の影響が小さくなる。

【0028】請求項5の3次元情報再生装置によれば、表示画像が複数の画像表示手段に振り分けられるので、表示画像を時分割で切り換える速さが遅くてもよく、液晶パネルの応答速度が高速でない場合に有効である。これにより、合成画像1枚当たりの表示時間を長くすることができ、再生される立体像がより明るくなる。表示画像を切り換える速度が同一ならば、高解像度の立体像が得られる。

【0029】

【実施例】以下、本発明の3次元情報再生装置の第1の実施例を図1を参照しながら説明する。

【0030】本実施例の3次元情報再生装置は、図1に示すように、離散的フーリエ変換像を時分割にて表示する画像表示手段としての液晶パネル10と、照明手段としての液晶パネル10の後面側に配置された水平方向に曲率を持ったシリンドリカルレンズ11及びシリンドリカルレンズ11の後面側にレンズ11の焦点距離に等しい距離だけ離間して配置された光を出射する光源アレイ12と、前記液晶パネル10に表示される離散的フーリエ変換像及び前記光源アレイ12から出射され、シリンドリカルレンズ11によって平行光となった光の角度を時分割で切り換える同期制御手段としての同期制御回路13とを具備している。

【0031】液晶パネル10は、図2に詳示するように、一つの表示画素14がRGBのサブピクセル15によって構成されており、RGBのサブピクセル15が垂直方向に配列されている。この表示画素14をピッチPで2次元的に配列することにより、表示面が形成される。なお、水平方向にRGBのカラーフィルタが配列された一般的の液晶パネルを90度回転させて使用してもよい。

【0032】次に、本実施例の動作について説明する。

【0033】まず、フーリエ変換像の記録方法を図3を用いて説明する。焦点距離がfのレンズ16から所定距離d1だけ前方に離間した位置に物体101を置いた時、レンズ16の後方の焦点距離fの位置にできる像はフーリエ変換像となる。焦点距離fの位置に配置される3次元情報入力装置の感光フィルム、CCD等の撮像素子は、光の強度のみが記録され、その位相が棄却されるため、前記撮像素子には位相が棄却されたフーリエ変換像が記録される。すなわち、レンズ16に対する光線の入射角度が、レンズ16の後方の焦点距離fに置かれた撮像素子の撮像面上において、光軸からの距離に変換される。なお、焦点距離がfのレンズ16から所定距離d1だけ前方に離間した位置の物体101の実像は、レンズ16の後方の所定距離d2の位置にでき、光線状態を再生しない通常のカメラ等の2次元情報入力装置においては、撮像面をレンズ19の後方の所定距離d2の位置

に配置する。焦点距離 f 、所定距離 d_1 、 d_2 は次式の関係にある。

$$【0034】 \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} = \frac{1}{f}$$

上述した 3 次元情報入力装置のフーリエ変換作用は一つのレンズについて説明されているが、離散的フーリエ変換像を得るためにには、複数のレンズを 2 次元状に配置した蝶の目状の 2 次元レンズアレイを用い、各レンズ毎にフーリエ変換を行う必要がある。2 次元レンズアレイを用いた場合には、水平、垂直両方向にサンプリングされ、1 次元のシリンドリカルレンズアレイすなわちレンチキュラレンズを用いた場合には、水平方向のみにサンプリングされる。

【0035】前記入力装置の 2 次元レンズアレイは、ピンホールアレイパネルあるいはスリットパネルに置き換えることが可能である。ピンホールには、焦点という概念はないが、図 4 に示すように、ピンホール 17 に対する光線の入射角度を撮像素子 18 の撮像面上における光軸すなわちピンホール 17 を通りかつピンホールアレイパネル 19 に垂直な軸 20 からの距離 d に変化させるフーリエ変換作用を有するため、撮像素子 18 の撮像面上のフーリエ変換像と実像とは同一となる。このとき、撮像素子 18 とパネル 19 との間隔は、隣り合うピンホール 17 によるフーリエ変換像が撮像素子 18 の撮像面上で重ならないように位置決めし、光線の記録範囲である入射角度の範囲に応じて自由に位置決めすることが可能である。離散的フーリエ変換像を得る手段をまとめると図 5 のようになる。

【0036】次に、実際に離散的フーリエ変換像を入力する方法を図 6 を用いて説明する。この方法では、撮像面の前面に仮想的なスリットアレイが想定され、各仮想スリットの位置毎に、順に撮影していくことにより、水平方向にのみサンプリングされ、垂直方向には連続的に記録される。図 6 の例では、一画面分の画像を一度に撮影するのではなく、小部分の画像を順番に撮影していくという方法をとる。図 2 に示された液晶パネル 10 の表示画素ピッチ P と同じ間隔で、ビデオカメラレンズ 7 が左右に平行移動されて撮影が行われる。図 6 における垂直の線は液晶パネルの表示画素 1 列に相当し、水平の線はその垂直方向の中心線に相当する。液晶パネルの表示画素が m (水平) \times n (垂直) であるとすると、ビデオカメラレンズ 7 の中心が直線群の交点と一致する位置で撮影することにより、 m 枚の部分画像が撮影される。これらの部分画像は実像であるが、これらの部分画像から一画面分の表示画像が合成される。この際、レンズの中心軸近傍の領域しか用いないため、この領域では実像とフーリエ変換像はほとんど変わらず、合成画像はビデオカメラレンズ 7 の位置によってサンプリングされた離散的フーリエ変換像となる。

【0037】次に、上述した方法によって得られた部分画像の合成方法について説明する。仮想スリットアレイ

上の一つの仮想スリットに対して、液晶パネル 10 上の $5 \times n$ の画素を割り当てる。これは、一つの仮想スリット当たり 5 方向の光線角度が再現されることを意味する。実際には、本実施例の 3 次元情報再生装置において、スリットアレイは用いないが、説明を容易とするため、スリットアレイが液晶パネル 10 の前面にあると仮定する。図 6 に示した方法を用いて、それぞれの仮想スリット位置にカメラを置いて得られる画像については、図 7 に示すように、その中心部分の $5 \times n$ 画素分のみが必要となる。

【0038】仮想スリット A の位置で得られた画像の中央部の $5 \times n$ 画素を抽出したものを抽出画像 A、仮想スリット B の位置で得られた画像の中央部の $5 \times n$ 画素を抽出したものを抽出画像 B と名付ける。仮想スリット A と仮想スリット B との間隔は液晶パネル 10 の画素ピッチ P に一致している。図 6 の方法によって m 枚の部分画像を記録したので、抽出画像も m 枚となる。この m 枚の抽出画像から、図 8 に示すように、最も左の列だけを集めて 1 枚の画像が合成され、これを合成画像 1 とする。

20 同様に、左から 2 列目だけを集めて合成画像 2 が合成され、順次 m 枚の抽出画像から同じ列の抽出画像だけが集められて合成画像が 5 枚合成される。合成の仕方から明らかのように、1 枚の合成画像は、 $m \times n$ 画素からなる画像となる。この合成画像は離散的フーリエ変換像を光線の入射角度の違いによって、5 枚に分割して表現したものといえる。

【0039】次に、上述した方法によって得られた合成画像の再生動作について説明する。上述した方法によって得られた離散的フーリエ変換像は、仮想スリットに対する光線の水平方向の入射角度が撮像面上におけるスリットを通りスリットアレイパネルに垂直な光軸からの距離に変換されたものである。従って、これを再生するには、光軸からの距離に応じて、入射角度と同じ角度で光線を出射させればよい。本実施例では、表示パネルの照明光の角度を変化させることにより達成している。

【0040】上述したように、一つの仮想スリット当たり 5 方向の光線角度を再現する場合には、液晶パネル 10 を照射する光線の角度が 5 方向に変化すればよい。本実施例の 3 次元情報再生装置においては、図 9 に示すように、五つの光源 12a ~ 12e からなる光源アレイ 12 と、シリンドリカルレンズ 11 を組み合わせることにより、液晶パネル 10 を照射する光線の角度が 5 方向に変化される。光源アレイ 12 はシリンドリカルレンズ 11 からレンズ 11 の焦点距離 f だけ離れた位置に置かれている。この位置にある光源から出た光は、レンズ 11 を通った後は平行光となる。光源の位置がレンズ 11 から光軸に対して直角方向にずれている場合、そのずれ量 Δd に応じて、レンズ 11 から出していく平行光の角度が異なる。従って、五つの光源を水平方向に配置し、点灯する光源を順次切り換えることにより、照明光の角度を

変化させることができる。

【0041】この時、同期制御回路13によって、光源12aを点灯する際には液晶パネル10に図8の合成画像1が表示され、光源12bを点灯する際には液晶パネル10に図8の合成画像2が表示されるように、液晶パネル10に表示する合成画像を点灯する光源に同期して変化させる。液晶パネル10を透過することによって、光の角度は変化しないので、光源12aが点灯しているときには、光線の再生状態は、図10(a)に示すようになり、光源12bが点灯しているときには、光線の再生状態は、図10(b)に示すようになる。この時分割表示は、光源12a点灯から光源12e点灯までの5ステップで1周期が構成され、そのとき入射光の角度は、図10(c)に示すように変化するので、液晶パネル10から出射する光の角度も同様に変化する。本実施例では、液晶パネル10への入射光線の角度を変化させる際に機械的な移動を必要としないので、高速な応答が可能である。

【0042】光線の再生状態の1周期分をまとめると、図11(a)のようになる。仮想スリットパネル21の一つの仮想スリットに対して液晶パネル10上の五つの表示画素が割り当てられ、それぞれの表示画素を異なる光源からの平行光によって照明することにより、異なる角度に光線が出射される。なお、上述のように考えた場合の仮想スリットパネル21における仮想スリットの間隔は、液晶パネル10の表示画素ピッチPと同一である。図8で説明した抽出画像を図11(a)に対応させて考えると、図11(b)に示すようになる。撮像面22に記録される画像は図8に示した抽出画像の一枚、例えば抽出画像Aそのものである。図11(a)と図11(b)とを比較して分かるように、図11(b)の記録画素1に入射する光線角度と図11(a)の表示画素1から出射する光線角度は、仮想スリットに関して対称となっている。これは、液晶パネルを介して物体を観察する際には、物体を記録した面の反対側から物体を観察するため、奥行き方向に関して奥と手前とが逆転するからである。本実施例では、表示する合成画像と点灯する光源の組み合わせにより表示画素から出射する光線の角度は、仮想スリットに関して対称となっている。

【0043】図11(a)に示したように、種々の方向の光を再生することにより、観察空間に立体像が形成される。本来、物体からは全方向に光が散乱しているのだが、仮想スリットアレイによってそれを水平方向にサンプリングしていることになる。観察者は、再生された光線を目で感知することにより、物体の3次元情報を認識することができる。このような、光線状態を再現する方式の3次元情報再生装置では、特殊なメガネが不要であり、いわゆるレンチキュラ方式のように観察位置が極端に限定されることがない。複数の人が同時に再生画像を観察することが可能であると共に、視点を移動すると、

視点の移動に応じて観察される像も変化するという利点がある。両眼視差のみならず、目の焦点調節機能により再生画像の遠近感すなわち立体感が認識されるため、観察時の疲労感が少なく、より自然な立体像観察ができる。

【0044】本実施例では、再生される立体像は水平方向にのみ視差を持ち、垂直方向に視点を移動しても観察される像は変化しない。しかしながら、垂直解像度が高いために視覚的に鮮明な像が得られる。さらに、ピンホール等の遮蔽物を必要としないため、光が有効に利用でき、明るい立体像を再生することができる。また、照明光として平行光を用いるため、液晶パネルを透過した光が広がることがなく、再生像がばけずに鮮明となると共に、隣り合う表示画素から出射された光が交じり合うことがなく、クロストークのない立体像を再生することができる。

【0045】上述実施例においては、1次元サンプリングによって離散的フーリエ変換像を得る方法について説明したが、水平方向にのみサンプリングし、垂直方法には連続的に記録する場合には、図12に示すようなスリットアレイパネルを用いてもよい。スリットアレイパネル23は、ピッチpの間隔で垂直方向に細長いスリット24が穿設されている。図13(a)に示すように、撮像面25の前面にスリットアレイパネル23が配置され、パネル23の前面に垂直方向に曲率を持つシリンドリカルレンズ26が配置される。図13(a)に示すように、物体27からの光がスリットアレイ23によって水平方向に離散的なフーリエ変換像として撮像面25上に記録される。水平方向に関してはレンズ26はなにも作用しない。レンズ26は、垂直方向に関して結像させるために用いられる。レンズ26と撮像面25との間隔は、レンズ26の結像条件を満たすように設定される。

【0046】離散的フーリエ像の記録は、このスリットの位置を時間的に変化させることによって行われる。一つのスリットに対して液晶パネル10上の $5 \times n$ の画素を対応させる場合には、スリットの位置を5通りに変化させる。スリットの位置を変化させるには、機械的に移動してもよいし、スリットアレイパネルが液晶パネルのような光シャッタによって構成され、光シャッタを電気的に変化させてもよい。最初のスリット位置が図14(a)に示す位置であるとすると、スリットの位置は図14(a)に示す位置へ水平方向に移動される。図中の点線は、スリットの位置を比較しやすいように、図14(a)、(b)に共通の位置に書いたものであり、特別な意味を持つものではない。スリットの移動量は液晶パネルの画素ピッチPに等しい。この水平方向のスリット移動を順次行うことにより、5枚の記録画像を得る。なお、1枚の記録画像は $m \times n$ 画素からなる。

【0047】次に、上述した方法によって得られた記録画像の合成方法について図15を参照しながら説明す

る。

【0048】記録画像は、一つのスリットに対応する5列を一つのユニットとし、それが繰り返し配列されたものである。まず、それぞれの記録画像についてユニット毎に最も左の列だけを抽出する。このとき、1枚の記録画像からは5列おきに合計m/5列が抽出される。5枚の記録画像からこのようにして抽出された画像を集めて1枚の画像が合成され、これを合成画像1とする。同様に、ユニット毎に左から2列目だけを抽出し集めることにより合成画像2が合成され、順次に5枚の記録画像から同じ列の抽出画像だけが集められて合成画像が5枚合成される。合成の仕方から明らかのように、1枚の合成画像は、m×n画素からなる画像となる。この合成画像は離散的フーリエ変換像を光線の入射角度の違いによって、5枚に分割して表現したものであり、図8の合成画像と同じである。

【0049】上述実施例においては、一つのスリットに対して5列の画素を割り当てる場合について説明したが、本発明は割り当てる画素の列数は5列に限定されるものではない。

【0050】また、上述実施例においては、シリンドリカルレンズ11、26は、それと等価なフレネルレンズに置き換えるてもよい。本実施例では、表示パネルあるいは撮像面と同じ大きさのシリンドリカルレンズが必要となるが、フレネルシリンドリカルレンズとすることによって薄型化、軽量化を図ることができる。

【0051】次に、本発明の3次元情報再生装置の第2の実施例を図16を参照しながら説明する。

【0052】本実施例の3次元情報再生装置は、図16に示すように、離散的フーリエ変換像を時分割にて表示する画像表示手段としての液晶パネル10と、照明手段としての液晶パネル10の後面側に配置された水平方向に曲率を持ったシリンドリカルレンズ11及びシリンドリカルレンズ11の後面側にレンズ11の焦点距離fに等しい距離だけ離間して配置された光を出射する光源12aと、光源12aを光軸に対して直角方向に移動する光源移動手段としての光源移動装置28と、前記液晶パネル10に表示される離散的フーリエ変換像及び光源移動装置28による光源12aの位置を制御する同期制御手段としての同期制御回路13とを備えている。離散的フーリエ変換像の表示、再生により空間像を形成する原理については第1の実施例と同様であり、液晶パネルへの照明光の入射角度を変化させて光線再生が行われる。シリンドリカルレンズ11を透過した光は、上述図9の説明と同様に平行光となり、光源12aの移動に応じてその出射角度が変化する。この光源12aの移動量に応じて液晶パネル10の表示画像を同期制御回路13によって切り換える。例えば、光源12aが第1の位置にあるときに、図8に示した合成画像1が表示され、光源12aが第2の位置にあるときに合成画像2が表示さ

れる。

【0053】本実施例の3次元情報再生装置では、再生できる光線の方向は光源の移動量によって決定されるので、一つの仮想スリットに対応する液晶パネル上の画素数を容易に変更することができ、光源の可動範囲内で無段階に変化させることができる。

【0054】なお、本実施例においても、シリンドリカルレンズ11は、それと等価なフレネルレンズに置き換えるてもよい。本実施例では、表示パネルあるいは撮像面と同じ大きさのシリンドリカルレンズが必要となるが、フレネルシリンドリカルレンズとすることによって薄型化、軽量化を図ることができる。また、光源12aを移動する代わりにシリンドリカルレンズを移動するようにしてもよい。

【0055】次に、本発明の3次元情報再生装置の第3の実施例を図17を参照しながら説明する。

【0056】本実施例の3次元情報再生装置の基本構成は図16に示した第2の実施例と同様であるが、シリンドリカルレンズ11はシリンドリカルレンズアレイ29に、光源12aは光源アレイ30に、光源移動装置28は光源アレイ移動装置31に起き代わっている。離散的フーリエ変換像の表示、再生により空間像を形成する原理については第1の実施例と同様であり、液晶パネルへの照明光の入射角度を変化させて光線再生が行われる。光源をアレイとするのは、第1の実施例で説明したように光源を時分割で点灯させるためではなく、照明光を空間的に分割するためであり、全ての光源は常時点灯している。図17においては、一つの光源と一つのシリンドリカルレンズの組み合わせごとに、シリンドリカルレンズを透過した光は平行光となり、光源の移動に応じてその出射角度が変化する。これを水平方向に並べると図17に示すようになる。図17では光源アレイ30を4つの光源で構成しているが、それぞれの光源の光軸からのずれ量は同じであり、シリンドリカルレンズから出射される光線の方向は全て同じである。また、平行光であるから、光線の重なりは生じない。光源アレイ移動装置31によって、光源間の間隔を保ったまま各光源を連動させて移動することにより、照明全体の角度が変化せられる。この時、同期制御回路13によって光源の移動量に応じて液晶パネル10の表示画像を切り換える。

【0057】本実施例の3次元情報再生装置では、第2の実施例の利点に加えて、光源の移動量を小さくできるという利点がある。またそれぞれのシリンドリカルレンズを小さくできるため、収差の影響を受けにくくなる。なお、光源アレイ30を移動する代わりにシリンドリカルレンズアレイ29を移動してもよい。

【0058】次に、本発明の3次元情報再生装置の第4の実施例を図18を参照しながら説明する。

【0059】本実施例の3次元情報再生装置は、離散的フーリエ変換像を時分割にて表示する第1の画像表示手

段としての液晶パネル 10 と、第 1 の照明手段としての液晶パネル 10 の後面側に配置された水平方向に曲率を持ったシリンドリカルレンズ 11 及びシリンドリカルレンズ 11 の後面側のレンズ 11 の焦点距離に等しい距離だけ離間して配置された光を出射する光源 12a と、光源 12a を光軸に対して直角方向に移動する第 1 の光源移動手段としての光源移動装置 28 と、液晶パネル 10 の前面側に配置された光の一部を反射し、残りを透過するビームコンバイナー 32 と、ビームコンバイナー 32 の前面側に臨んで配置された第 2 の画像表示手段としての液晶パネル 33 と、第 2 の照明手段としての液晶パネル 33 の後面側に配置された水平方向に曲率を持ったシリンドリカルレンズ 34 及びシリンドリカルレンズ 34 の後面側のレンズ 34 の焦点距離に等しい距離だけ離間して配置された光を出射する光源 35 と、光源 35 を光軸に対して直角方向に移動する第 2 の光源移動手段としての光源移動装置 36 と、前記液晶パネル 10、33 から表示される離散的フーリエ変換像及び前記光源 12、35 の移動量を時分割で切り換え制御する同期制御手段としての同期制御回路 37 を具備している。2枚の液晶パネル 10、33 から出た光は、ビームコンバイナー 32 によって合成される。離散的フーリエ変換像の表示、再生により空間像を形成する原理については第 1 の実施例と同様であり、液晶パネルへの照明光の入射角度を変化させて光線再生が行われる。また、ビームコンバイナー 32 によって反射されると像の左右が反転してしまうので、光が反射される側の液晶パネル 33 に表示される画像の左右を予め反転しておく。照明光として平行光を用いるため、図 19 に示すように、液晶パネルを透過した光が広がることがなく、再生像がぼけることがなく鮮明にことができる。

【0060】本実施例における光線再生は、上述した実施例において 1 枚の表示パネルを用いたものを、2枚に振り分けたものと考えることができ、光源 12a から出た光と、光源 35 から出た光が、ビームコンバイナー 32 を通った後に異なる角度で出射するように二つの光源の位置が制御される。もちろん、それぞれの光線の出射方向は、記録された光線方向を再現する方向でなければならない。本実施例においては、ビームコンバイナー 32 によって結合される 2 組の 3 次元情報再生装置は、第 1 から第 3 の実施例のどのタイプであってもよい。また、結合する 3 次元情報再生装置は 2 組に限定されるものではなく、3 組以上であってもよい。

【0061】本実施例の 3 次元情報再生装置では、表示画像を時分割で切り換える速さが遅くてもよく、例えば 2 組の 3 次元情報再生装置を結合する場合には、結合しない場合の 1/2 の切り換え速度でよい。これは、液晶パネルの応答速度が高速でない場合に有効である。切り換え速度が遅いということは、合成画像 1 枚当たりの表示時間が長くなり、再生される立体像はより明るいもの

となる。

【0062】本実施例において、結合しない場合と同じ速度で表示画像を切り換える場合には、結合しない場合よりも高解像度の立体像が得られる。例えば、2 組の 3 次元情報再生装置を結合する場合には、結合しない場合の 2 倍の解像度が得られる。3 次元情報を入力する場合、上述実施例においては、全て離散的フーリエ変換像を 1 次元サンプリングする場合について説明してきたが、これは容易に 2 次元サンプリングに拡張することができる。その場合、スリットをピンホールに、スリットアレイパネルをピンホールアレイパネルに、シリンドリカルレンズを普通の凸レンズに、シリンドリカルレンズアレイを 2 次元レンズアレイに、1 次元光源アレイを 2 次元光源アレイにそれぞれ置き換えればよい。図 13 に示した撮影方法におけるシリンドリカルレンズは不要となる。

【0063】2 次元サンプリングを行う場合には、水平方向のみならず垂直方向にも視差を持つ立体像が再現されるため、垂直方向に視線を移動した場合にも観察される像が変化し、より自然な立体視が可能となる。

【0064】

【発明の効果】請求項 1 の 3 次元情報再生装置においては、ピンホール等の遮蔽物を必要としないため、光が有效地に利用でき、明るい立体像を再生することができる。また、照明光として平行光を用いるため、液晶パネルを透過した光が広がることがなく、再生像がぼけずに鮮明となると共に、隣り合う表示画素から出射された光が交じり合うことがなく、クロストークのない立体像を再生することができる。

【0065】請求項 2 の 3 次元情報再生装置においては、照明光線の出射角度を変化させる際に機械的な移動を伴わないので、高速な応答が可能である。

【0066】請求項 3 の 3 次元情報再生装置によれば、一つの仮想スリットに対応する液晶パネル上の画素数を容易に変更することができ、光源の可動範囲内で無段階に変化させることができる。

【0067】請求項 4 の 3 次元情報再生装置によれば、一つの仮想スリットに対応する液晶パネル上の画素数を容易に変更することができ、光源の可動範囲内で無段階に変化させることができる。更に、光源の移動量を小さくできると共に、それぞれのシリンドリカルレンズを小さくできるため、収差の影響が小さくなる。

【0068】請求項 5 の 3 次元情報再生装置によれば、合成画像 1 枚当たりの表示時間を長くすることができ、再生される立体像がより明るくなる。表示画像を切り換える速度が同一ならば、高解像度の立体像が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による第 1 の実施例の 3 次元情報再生装置の概略構成図である。

【図 2】本発明の 3 次元情報再生装置において用いられ

る液晶パネルの構造図である。

【図 3】レンズのフーリエ変換作用の説明図である。

【図 4】ピンホールによるフーリエ変換作用の説明図である。

【図 5】フーリエ変換像を得るための手段をまとめた図である。

【図 6】離散的フーリエ変換像を 1 次元サンプリングして記録する方法の説明図である。

【図 7】図 6 の方法において抽出する画素範囲を示した図である。

【図 8】抽出された画像の合成方法を示す図である。

【図 9】図 1 の装置の光源位置と光線の出射方向の関係の説明図である。

【図 10】液晶パネルへの入射光の方向と出射光の方向の関係を示す図である。

【図 11】記録時の光線方向と再生時の光線方向の説明図である。

【図 12】スリットアレイパネルの構造を示す図である。

【図 13】スリットアレイパネルを用いて離散的フーリエ変換像を 1 次元サンプリングして記録する方法の説明図である。

【図 14】図 13 に示した方法のスリット位置の変化を示す図である。

【図 15】図 13 に示した方法によってえられた記録画像の合成方法を示す図である。

【図 16】本発明による第 2 の実施例の 3 次元情報再生装置の概略構成図である。

【図 17】本発明による第 3 の実施例の 3 次元情報再生装置の概略構成図である。

【図 18】本発明による第 4 の実施例の 3 次元情報再生

装置の概略構成図である。

【図 19】本発明による光線再生の様子を示す図である。

【図 20】従来の 3 次元情報再生装置の概略構成図である。

【図 21】ピンホールアレイパネルの構造を示す図である。

【図 22】従来の 3 次元情報再生装置において空間像を形成する原理の説明図である。

10 【図 23】ピンホールアレイの位置の変化を示す図である。

【図 24】ピンホールアレイの位置の変化に伴う光線再生の変化を示す図である。

【図 25】離散的フーリエ変換像を 2 次元サンプリングして記録する方法の説明図である。

【図 26】離散的フーリエ変換像の記録方法において抽出する画素範囲を示した図である。

【図 27】画素を並べ変えて表示する際の画素配列を示す図である。

20 【図 28】従来例における光線再生の様子を示す図である。

【符号の説明】

10, 33 液晶パネル

11, 34 シリンドリカルレンズ

12, 30 光源アレイ

12a ~ 12e, 35 光源

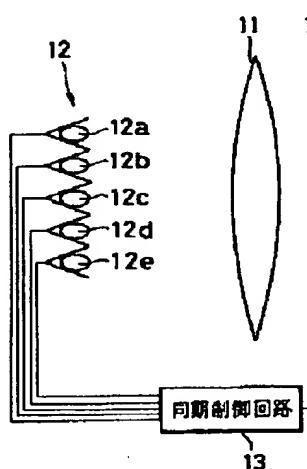
13, 37 同期制御回路

28, 36 光源移動手段

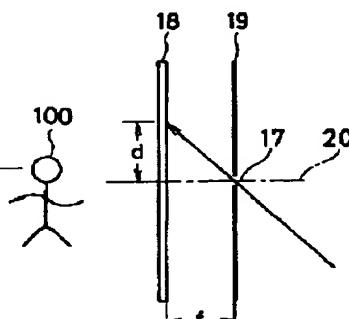
29 シリンドリカルレンズアレイ

30, 31 光源アレイ移動装置

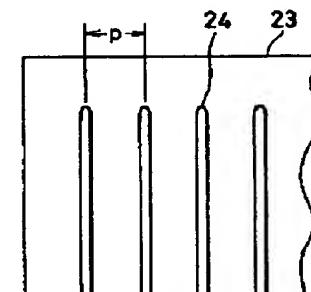
【図 1】



【図 4】

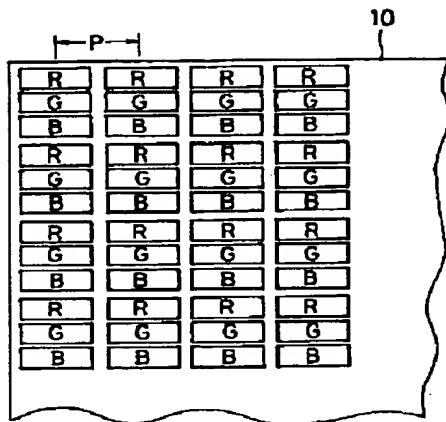


【図 12】



【図 2】

(a)

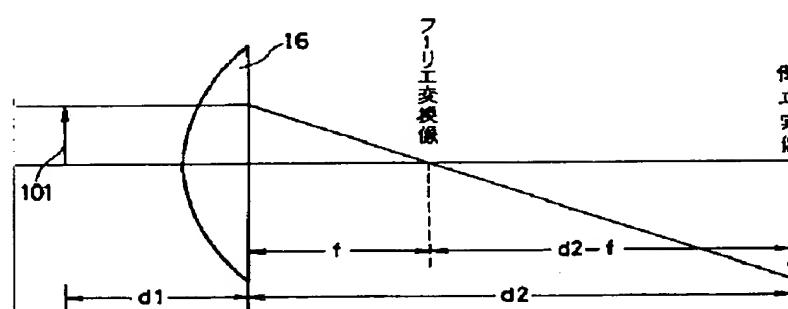


【図 5】

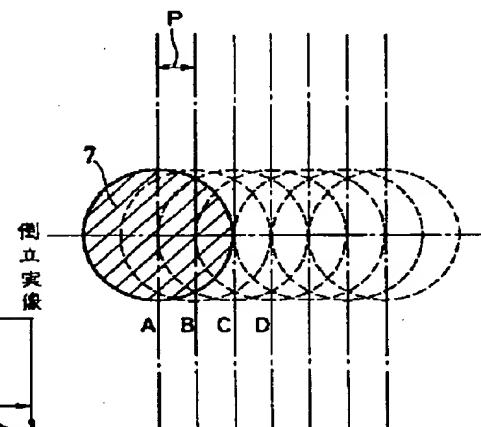
(b)

サンプリング方向	離散的フーリエ変換手段 (撮像)	変換手段と 撮像面の距離
2次元 (水平・垂直)	2次元レンズアレイ (ハエの眼レンズ)	焦点距離 1
	2次元ピンホールアレイ	任意
1次元 (水平のみ)	シリンドリカルレンズアレイ (レンチキュラレンズ)	焦点距離 \pm
	スリットアレイ	任意

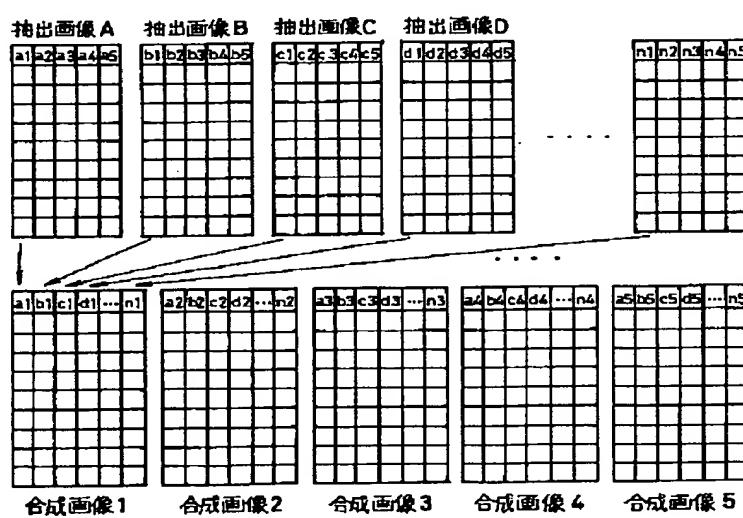
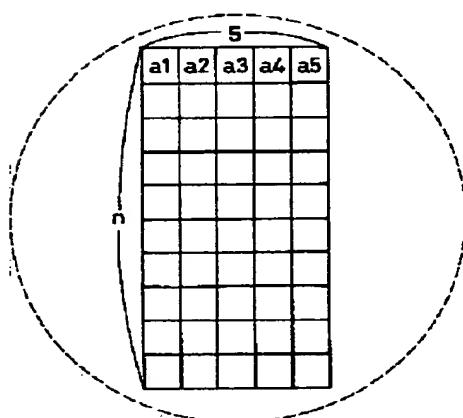
【図 3】



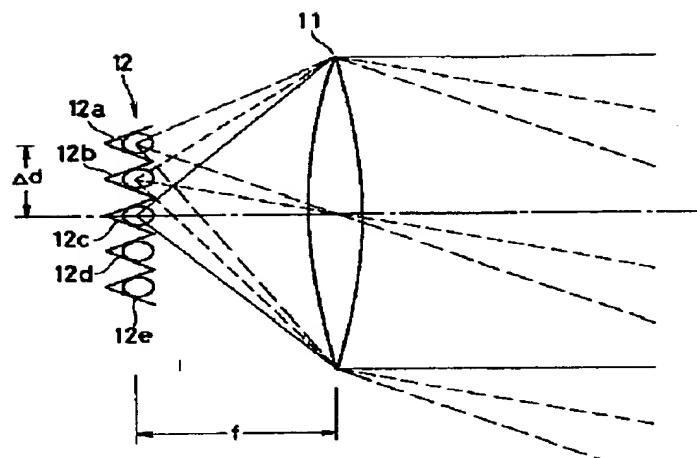
【図 6】



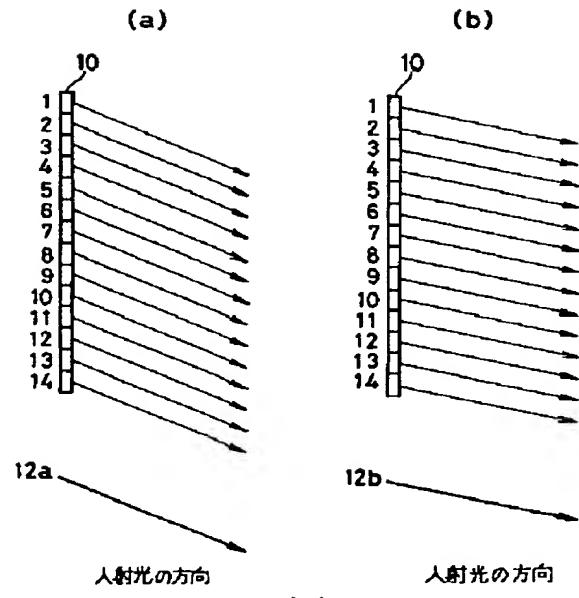
【図 7】



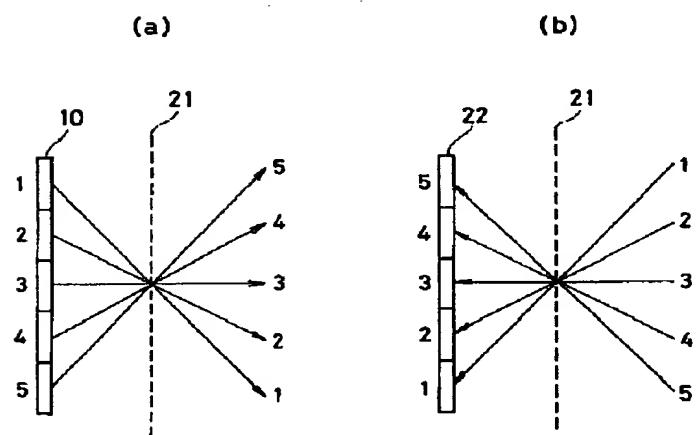
【図 9】



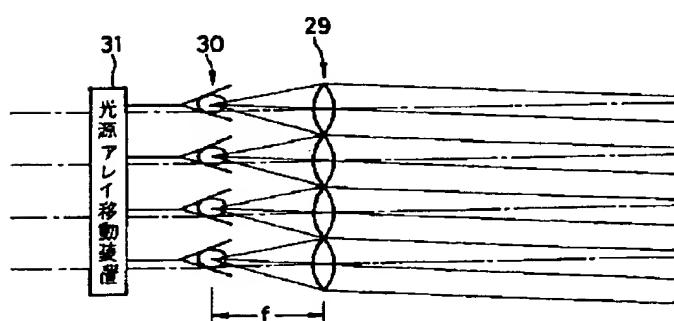
【図 10】



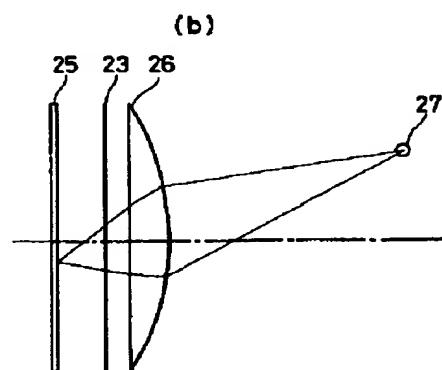
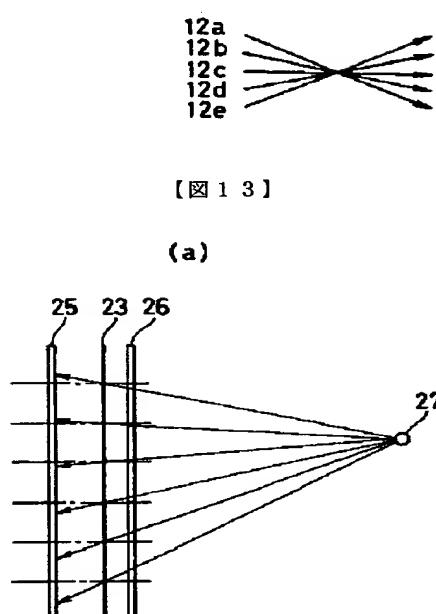
【図 11】



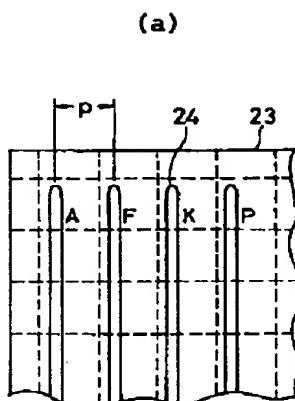
【図 17】



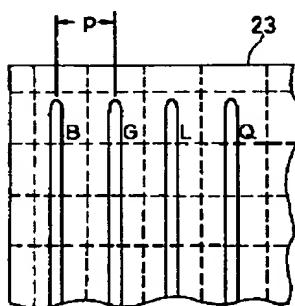
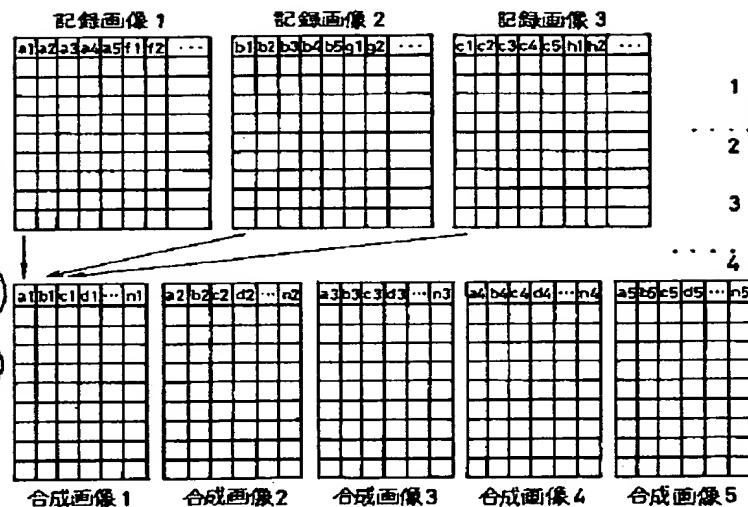
【図 13】



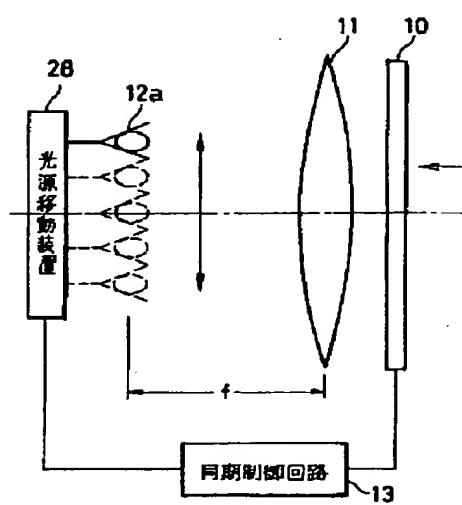
【図14】



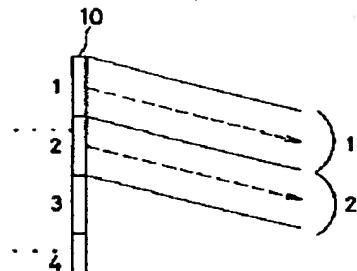
(b)



【図16】

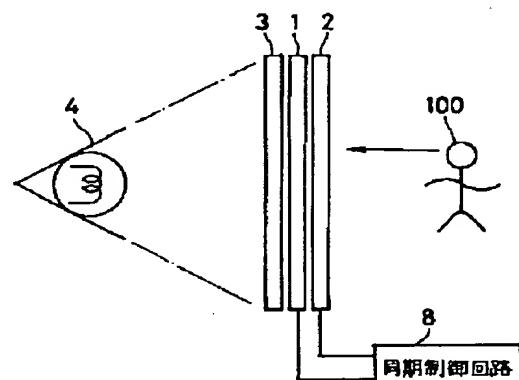


【図15】

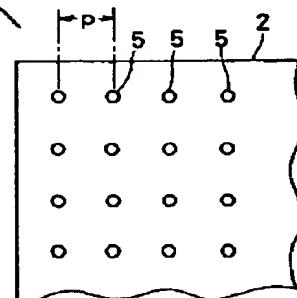


【図19】

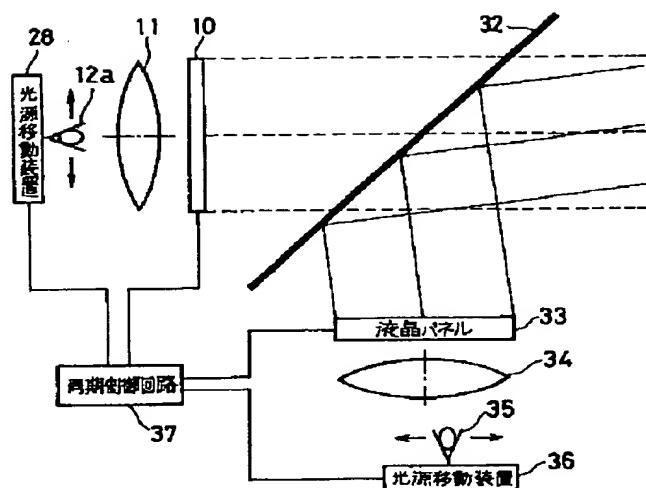
【図20】



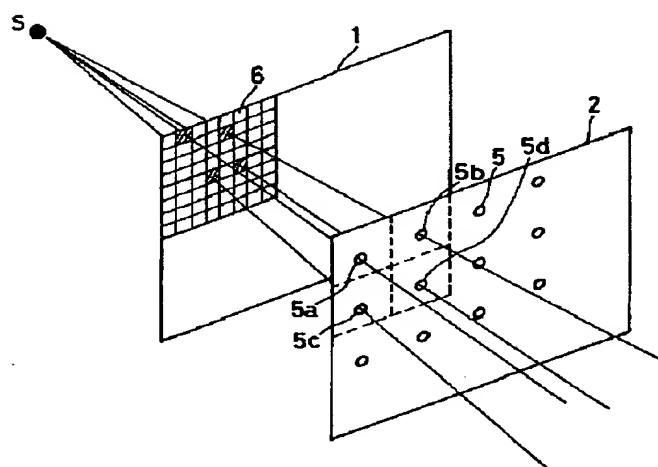
【図21】



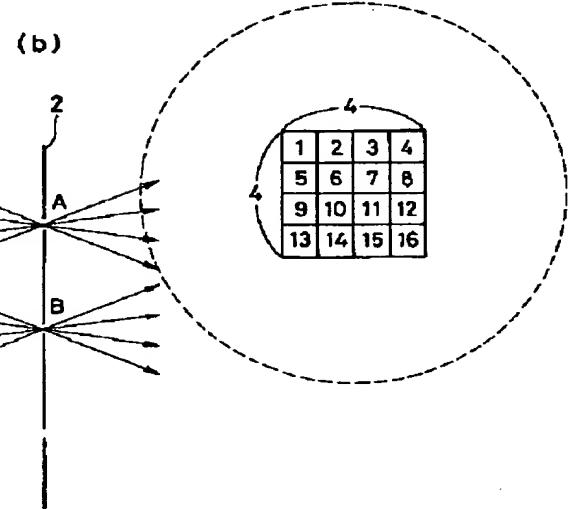
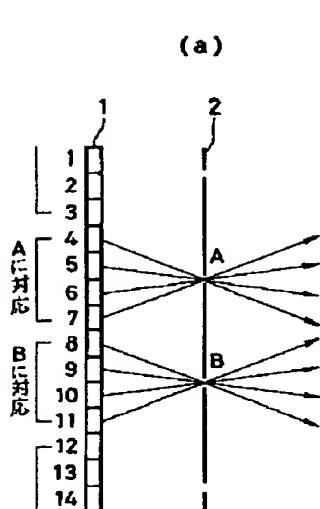
【図 1 8】



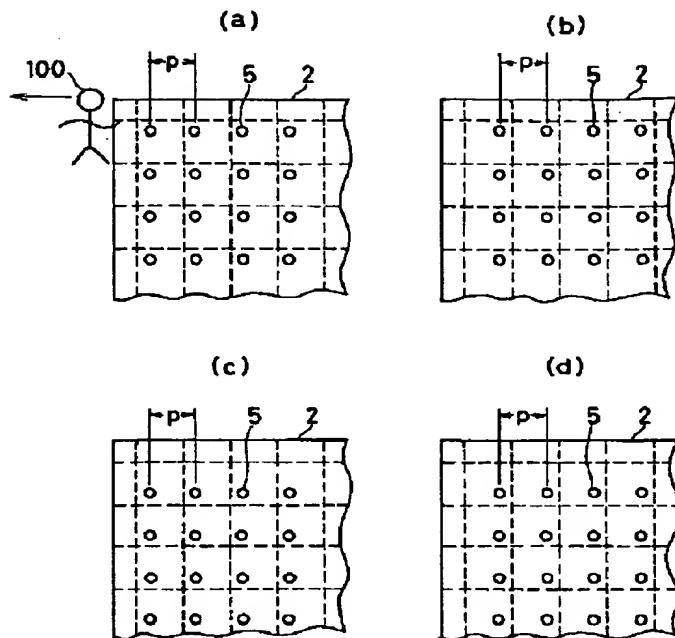
【図 2 2】



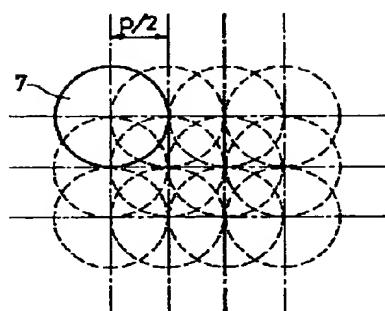
【図 2 4】



【図 2 3】

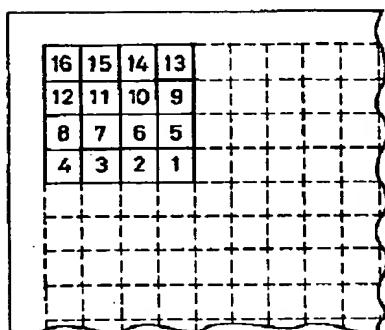


【図 2 5】

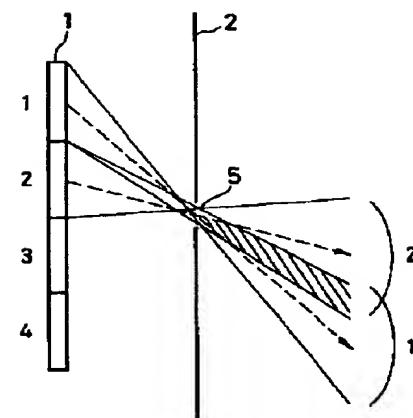


【図 2 6】

【図 27】



【図 28】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.